

明 細 書

レンズ付き発光素子およびその製造方法

技 術 分 野

本発明は、レンズ付き発光素子、特に光利用効率の向上に寄与するレンズ付き発光素子およびその製造方法に関する。

背 景 技 術

光プリンタの書込みヘッドの光学系は、LEDアレイを構成する各LED素子の光点の像をレンズアレイにより感光ドラム上に結像させるように設計されている。レンズアレイには、屈折率分布型ロッドレンズアレイが用いられる場合が多い。

従来の光プリンタに用いられるLEDアレイ、屈折率分布型ロッドレンズアレイ、感光ドラムの代表的な構成例を図1に示す。10はLED、12はロッドレンズアレイ、14は感光ドラムである。

レンズアレイ12の実効的な口径角 θ が半角として $17 \sim 20^\circ$ であるのに対し、LED10は基本的にランバーシアン分布で発光しており、光利用効率は極めて低い。ランバーシアン分布で発光しているLEDの発光のうち、レンズアレイ12を介して感光ドラム14に伝達する光量は、およそ3～5%に過ぎない。すなわち、LEDの発光量の95～97%は利用できず、光利用効率が低いという問題があった。

光利用効率を高めるために、LED発光部の直上にマイクロレンズアレイを配置して、LED発光の指向性を少しでも狭めることによって、レンズアレイの口径角内に入射する光線を増やそうとすることが考えられる。しかしながら、一般に、光プリンタに使用されるLEDアレイの発光部は、図2に示されるように、電極20が発光部22の領域に突き出て、中央付近を塞いでしまっており、その結果、図2に示されるように、発光部22の領域の形状は略U字形

の形状をしている。これを、図 3 に示すような一般的なマイクロレンズアレイ 18 で指向性を狭めようとする場合、破線 24 で示すレンズの光軸近傍の光線を利用するのが望ましいが、レンズの光軸近傍は、ちょうど電極 20 の位置に対応してしまい、その結果、十分に光利用効率を向上できないという問題点がある。

マイクロレンズアレイを備えた LED アレイは、特開平 9-109455 号公報，特開 2000-347317 号公報，特開 2001-36144 号公報に記載されているが、これら問題点は検討されておらず、したがってマイクロレンズの形状に関するものではない。

以上のような問題は、LED のみならず、その他の発光素子にもあてはまることである。

発 明 の 開 示

本発明の目的は、レンズアレイを用いて感光ドラム上に発光素子アレイの発光部の像を結像させる、いわゆる光プリンタに使用する発光素子アレイの光利用効率を向上させることにある。

本発明の他の目的は、光利用効率を向上させたレンズ付き発光素子を提供することにある。

本発明のさらに他の目的は、光利用効率を向上させたレンズ付き発光素子アレイを提供することにある。

本発明のさらに他の目的は、レンズアレイを用いて感光ドラム上に発光素子アレイの発光部の像を結像させる、いわゆる光プリンタに使用する発光素子アレイの光利用効率を向上させたレンズ付き発光素子の製造方法を提供することにある。

本発明のレンズ付き発光素子は、半導体基板上に発光部領域を有する発光素子と、発光部領域を覆う反射防止膜と、発光素子上の反射防止膜表面に設けられたレンズとを備えている。反射防止膜は単層膜であり、その屈折率は発光部領域の屈折率とレンズを構成する

樹脂の屈折率との中間の値を有している。

なお、比較的屈折率の大きな樹脂を用いてレンズを形成すれば、発光部上に直接レンズを形成して使用することもできる。

本発明のレンズ付き発光素子のレンズは、単一の球面レンズではなく、複数の球面レンズ、または複数の球面レンズおよびシリンドリカルレンズを組合せた複合レンズである。

このような複合レンズの設計は、以下のようにして行う。

(1) 発光素子の発光強度の極大位置を結ぶ曲線あるいは折れ線上にまたはその線に隣接した位置にレンズの中心が位置する複数の球面レンズの一部分を隣接配置した複合レンズ、または、その線に沿った軸を持った曲線状または折れ線状シリンドリカルレンズの一部分を隣接配置した複合レンズ、または、球面レンズの一部分およびシリンドリカルレンズの一部分を組合せた複合レンズである。

(2) 発光素子の発光強度の極大位置を結ぶ曲線あるいは折れ線が、略U字形状である場合、略U字の3つの線分の各両端またはその近傍に球面レンズの一部分を設け、その中間部分にシリンドリカルレンズを設け、それらを互いに隣接配置した複合レンズである。なお、ここに略U字形状とは、発光素子の発光強度の極大位置を結ぶ曲線あるいは折れ線が、全体として略U字形をなしていることを単に表している。

(3) 上記(2)と同様の発光素子の場合、略U字形状をなす3つの線分の中間位置近傍に中心が位置する3つの球面レンズの一部分を設け、それらを互いに隣接配置した複合レンズである。

したがって、本発明のレンズ付き発光素子は、発光部領域を有する発光素子と、前記発光素子上に設けられ、前記発光部領域での発光強度の極大位置を結ぶ線上にまたはその線に隣接した位置に、レンズの中心が位置する複数の球面レンズの一部分が隣接配置された、または前記線に沿った軸を有する複数のシリンドリカルレンズの一部分が隣接配置された、または前記球面レンズの一部分およびシリ

ンドリカルレンズの一部分が隣接配置された複合レンズとを備えている。

前記発光部領域での発光強度の極大位置を結ぶ線が、3つの線分よりなる略U字形である場合には、前記複合レンズは、各線分の両端またはその近傍に中心が位置する4つの球面レンズの一部分と、各線分の中間部において、前記線に平行な軸を有する3つのシリンドリカルレンズの一部分とが隣接配置されている。

また、前記発光部領域での発光強度の極大位置を結ぶ線が、3つの線分よりなる略U字形である場合には、前記複合レンズは、各線分の中間位置近傍に中心が位置する3つの球面レンズの一部分が隣接配置されている。

また、本発明のレンズ付き発光素子の製造方法の第1の態様は、

- (a) 発光素子アレイ基板を準備する工程と、
- (b) ガラス基板を準備する工程と、
- (c) 前記ガラス基板上にエッチング阻止膜を成膜する工程と、
- (d) 前記エッチング阻止膜に、開口アレイを形成する工程と、
- (e) 液相エッチングによって、前記開口アレイの下部の前記ガラス基板に凹部アレイを形成する工程と、
- (f) 前記凹部アレイの部分のエッチング阻止膜を除去して、成形型を作製する工程と、
- (g) 前記成形型の凹部アレイおよび発光素子アレイ基板の少なくとも一方の表面に、光硬化性樹脂を塗布する工程と、
- (h) 前記光硬化性樹脂を挟んで、前記成形型と前記発光素子アレイ基板とを接触させ、加圧して前記光硬化性樹脂を展開する工程と、
- (i) 前記光硬化性樹脂に前記成形型側から光を照射して、前記エッチング阻止膜が除去された部分の光硬化性樹脂を硬化させる工程と、
- (j) 前記成形型と前記発光素子アレイ基板とを剥離する工程と、

(k) 前記発光素子アレイ基板上にある未硬化の光硬化性樹脂を洗浄除去する工程とを含む。

本発明のレンズ付き発光素子の製造方法の第2の態様は、

(a) ボンディングパッド部分をテープでマスクした発光素子アレイ基板を準備する工程と、

(b) ガラス基板を準備する工程と、

(c) 前記ガラス基板上にエッチング阻止膜を成膜する工程と、

(d) 前記エッチング阻止膜に、開口アレイを形成する工程と、

(e) 液相エッチングによって、前記開口アレイの下部の前記ガラス基板に凹部アレイを形成する工程と、

(f) 前記エッチング阻止膜を除去して、成形型を作製する工程と、

(g) 前記成形型の凹部アレイおよび発光素子アレイ基板の少なくとも一方の表面に、光硬化性樹脂を塗布する工程と、

(h) 前記光硬化性樹脂を挟んで、前記成形型と前記発光素子アレイ基板とを接触させ、加圧して前記光硬化性樹脂を展開する工程と、

(i) 前記光硬化性樹脂に前記成形型側から光を照射して、前記光硬化性樹脂を硬化させる工程と、

(j) 前記成形型と前記発光素子アレイ基板とを剥離する工程と、

(k) 前記発光素子アレイ基板から前記テープを剥離すると共に、テープの上面の硬化した光硬化性樹脂を除去する工程とを含む。

前記レンズは一般的には球面レンズや非球面レンズのアレイであるが、発光部領域の形状によっては本発明に係る複合レンズとした方がより好ましい場合がある。

図面の簡単な説明

図1は、従来の光プリンタに用いられるLEDアレイ、屈折率分布型ロッドレンズアレイ、感光ドラムの代表的な構成例を示す図で

ある。

図 2 は、発光部領域の形状を示す図である。

図 3 は、従来のレンズ付き LED アレイを用いた場合の感光ドラムへの光線の状態を示す図である。

図 4 は、本発明のレンズ付き発光素子の一実施例を示す図である。

図 5 は、本発明のレンズ付き LED アレイを用いて、感光ドラム上に光を照射する様子を示す図である。

図 6 は、複合レンズアレイを用いて、ロッドレンズを介して感光ドラム上に形成した、LED の画素像の光量分布を示す図である。

図 7 は、本発明のレンズ付き発光素子の他の実施例を示す図である。

図 8 は、反射防止膜を形成したレンズ付き発光素子の断面図である。

図 9 は、自己走査型発光素子アレイの等価回路を示す図である。

図 10 は、自己走査型発光素子アレイのチップを示す図である。

図 11 は、複合レンズアレイを設けた発光用サイリスタアレイの一部拡大図である。

図 12 は、図 11 の側面図である。

図 13 は、自己走査型発光素子アレイのレンズ付き発光サイリスタアレイを作製する工程を示す図である。

図 14 は、開口アレイをパターニングした Cr 膜付き石英ガラス基板の平面図である。

図 15 は、ウェハの切断の様子を示す図である。

図 16 は、自己走査型発光素子アレイのレンズ付き発光サイリスタアレイを作製する工程を示す図である。

図 17 は、粘着テープを設けたチップを示す図である。

図 18 は、開口アレイをパターニングした Cr 膜付き石英ガラス基板の平面図である。

発明を実施するための最良の形態

以下、本発明のレンズ付き発光素子の実施例を図面に基づいて説明する。

(実施例 1)

本発明のレンズ付き発光素子は、図 4 A に示すように、LED の略 U 字形の発光部 2 2 に対して、その上に、複合レンズ 3 0 を設ける。

略 U 字形の発光部の発光強度の極大位置を結ぶと、折れ線 3 2 が形成される。この折れ線 3 2 の 3 つの線分の各両端またはその近傍に中心が位置する 4 つの球面レンズの一部分を設け、その中間部分に 3 つの各線分に平行な軸を有する 3 つのシリンドリカルレンズの一部分を設け、それらを互いに隣接配置して複合レンズ 3 0 が形成される。

このような複合レンズの材料には、エポキシ系またはアクリル系の樹脂が用いられる。

図 4 B は、複合レンズ 3 0 の構造を示す平面図である。図中、点 3 3, 3 4, 3 5, 3 6 は、図 4 A に示す略 U 字形折れ線 3 2 の 3 つの線分 3 2 a, 3 2 b, 3 2 c の各両端を示す。複合レンズ 3 0 は、点 3 3 を中心とする球面レンズの一部分 4 3 と、点 3 4 を中心とする球面レンズの一部分 4 4 と、点 3 5 を中心とする球面レンズの一部分 4 5 と、点 3 6 を中心とする球面レンズの一部分 4 6 とを有している。複合レンズ 3 0 は、さらに、線分 3 2 a に平行な軸を有するシリンドリカルレンズ 4 8 の一部分と、線分 3 2 b に平行な軸を有するシリンドリカルレンズ 5 0 の一部分と、線分 3 2 c に平行な軸を有するシリンドリカルレンズ 5 2 の一部分とを有している。これら 4 つの球面レンズの一部分と、3 つのシリンドリカルレンズの一部分とは、図示のように隣接配置されている。

図 4 B には、複合レンズの形状を理解させるために、X - X' 線断面図および Y - Y' 線断面図も示している。

このように複合レンズ 30 は、略 U 字形発光部 22 の各部に球面レンズの光軸中心、または、シリンドリカルレンズの軸を一致させ、その球面レンズの一部分と、シリンドリカルレンズとを複合した特殊な形状のレンズである。

このような、略 U 字形の発光部形状に合わせた複合レンズを用いることによって、略 U 字形発光部の各部分ごとに、複合レンズの各部分を用いて、発光光線を光軸方向、すなわち、ロッドレンズの方向に屈折させることができ、ロッドレンズの方向にランバーシアン発光の指向性を狭めることが可能になる。図 5 に、その様子を示す。

本実施例の複合レンズアレイ 30 を用いて、ロッドレンズアレイ 12 を介して感光ドラム 14 上に形成した、LED の画素像の光量分布を図 6 A に示す。複合レンズのない場合の光量分布（図 6 B）に対して、画素中心部分の光量の低部分が消失し、良好な分布となった。このときの光量を測定したところ、複合レンズのない場合に比べて、1.7 倍の明るさとなった。

以上、本発明の実施例によって、本発明のレンズ付き発光素子の光利用効率向上効果が確認できた。

なお、本発明の複合レンズは、例えば、図 7 に示されるような、略 U 字形発光部 22 の上に、各々中心を位置させた 3 つの球面レンズの一部分を、「三つ葉のクローバ」のような形状に組合せたような形状であっても、同様な効果が得られる。

このような複合レンズは、次のようにして設計される。略 U 字形の LED 発光部の発光強度の極大位置を結ぶと、折れ線 32 が形成される。この折れ線 32 の 3 つの線分の間位置近傍に中心 53, 54, 56 が位置する 3 つの球面レンズ 63, 64, 66 の一部分を設け、それらを互いに隣接配置する。

一般に、半導体よりなる発光部の屈折率は 3.2 ~ 3.7 であり、特に LED プリントに使用される LED の GaAs 系半導体の屈折

率は 3.3 ～ 3.6 である。この半導体から発光する光をそのまま空気中に出すと、空気との界面での反射により光の取り出し効率が著しく減少する。また、複合レンズの樹脂の屈折率も半導体の屈折率に比べて一般に小さいので、半導体と樹脂の界面で反射が生じる。

本発明においては光の利用効率を高める目的で樹脂レンズを設けているので、界面の反射によって光の取り出し効率が減少しては、その効果が失われてしまう。そこで、樹脂レンズの屈折率を考慮し、光の取り出し効率が低下しないような手段を施す必要がある。本発明では、発光部と樹脂レンズとの界面での反射を小さくするため、発光部表面に透明誘電体よりなる反射防止膜を設ける。

図 8 は、このような反射防止膜を設けたレンズ付き発光素子の実施例の断面を示す。LED は、GaAs 基板 90 上に、n-AlGaAs 層 91 と p-AlGaAs 層 92 とが成長され、p 側電極 93、n 側電極 94 が形成されて構成されている。LED の発光部表面上には、反射防止膜として屈折率が 1.8 ～ 2.1 の SiN 膜 95 を 1 層形成し、さらに樹脂レンズ 96 を形成した。

本実施例で用いた AlGaAs 発光部の屈折率は 3.5 ～ 3.6 であり、SiN 膜の屈折率は 1.8 ～ 2.1 であり、樹脂レンズの屈折率は、1.47 ～ 1.7 である。

AlGaAs 発光部の屈折率が 3.5 ～ 3.6 の場合、発光波長 780 nm に対する反射防止条件に対応する SiN 膜の膜厚は、96 ～ 99 nm（または 470 ～ 490 nm）である。この SiN 膜の形成により、光透過率は 93 % 以上が得られた。このときの光量を測定したところ、レンズのない場合に比べて、2.2 倍の明るさが得られた。

上記実施例においては、反射防止膜として SiN 膜を用いたが、これに限られない。屈折率が発光部の屈折率と樹脂レンズの屈折率の中間の値をもつ透明な材料であれば使用できる。また、反射防止膜は単層膜には限られず、複数の積層膜で構成してもよい。

また、比較的屈折率の大きな樹脂を用いてレンズを形成すれば、発光部からの発光を直接空気中に取り出す場合に比べて半導体表面での反射は小さくなる。したがって反射防止膜を設けず、発光部上に直接レンズを形成して使用することもできる。

(実施例 2)

実施例 1 では、発光素子アレイとして、LED アレイの場合について説明した。

本実施例では、発光素子アレイとして、いわゆる「自己走査型発光素子アレイ」を用いた。この場合も、上記と同様の光利用効率向上効果が確認できた。

自己走査型発光素子アレイは、発光素子アレイの構成要素として p n p n 構造を持つ発光サイリスタを用い、発光素子の自己走査が実現できるように構成したものであり、特開平 1 - 2 3 8 9 6 2 号公報、特開平 2 - 1 4 5 8 4 号公報、特開平 2 - 9 2 6 5 0 号公報、特開平 2 - 9 2 6 5 1 号公報に開示されている。また、特開平 2 - 2 6 3 6 6 8 号には、転送素子アレイをシフト部として、発光部である発光素子アレイと分離した構造の自己走査型発光素子アレイが開示されている。

図 9 に、分離タイプの自己走査型発光素子アレイの等価回路図を示す。この自己走査型発光素子アレイは、転送用サイリスタ T_1 , T_2 , T_3 , ...、書込み用発光サイリスタ L_1 , L_2 , L_3 , ... からなる。シフト部の構成は、ダイオード接続を用いている。 V_{GK} は電源（通常 5 V）であり、電源ライン 7 2 から各負荷抵抗 R_L を経て各転送用サイリスタのゲート電極 G_1 , G_2 , G_3 , ... に接続されている。また、転送用サイリスタのゲート電極 G_1 , G_2 , G_3 , ... は、書込み用発光サイリスタのゲート電極にも接続される。転送用サイリスタ T_1 のゲート電極にはスタートパルス ϕ_s が加えられ、転送用サイリスタのアノード電極には、交互に転送用クロックパルス ϕ_1 , ϕ_2 が加えられる。これらクロックパルスは、クロ

ックパルスライン 74, 76 を経て供給される。書込み用発光サイリスタのアノード電極には、信号ライン 78 を経て、書込み信号 ϕ_I が加えられている。

図 10 に、このような自己走査型発光素子アレイのチップ 80 を示す。チップ両端にボンディングパッド 82 が設けられ、発光用サイリスタの発光部（略 U 字形）84 がチップの縁部に沿って直線状に配列されている。なお、転送用サイリスタアレイは、図示を省略してある。

本発明は、以上のような自己走査型発光素子アレイの発光用サイリスタアレイに適用できる。複合レンズアレイを設けた発光用サイリスタアレイの一部拡大図を図 11 に示す。この拡大部分は、図 10 に点線で囲った部分に相当している。図 12 に、図 11 の側面を示す。

図 11 および図 12 から、発光用サイリスタの略 U 字形の発光部 84 のアレイ上に、実施例 1 で説明した複合レンズ 30 よりなるアレイが設けられていることがわかるであろう。

次に、上述したレンズ付き発光素子アレイの製造方法について説明する。

以下、光プリンタに用いられる自己走査型発光素子アレイに一体でレンズを形成する方法の一例を説明する。

図 13 には、自己走査型発光素子アレイのレンズ付き発光サイリスタアレイを作製する工程を示す。なお、レンズは図 4A および図 4B で説明した複合レンズを形成するものとする。

まず、図 13 の工程 (A) に示すように、石英ガラス基板 100 上に Cr 膜 102 を塗布し、続いてフォトリソグラフィ技術によって Cr 膜に開口 104 のアレイを形成する。開口 104 のピッチは、プリンタ解像度 600 D P I (Dots Per Inch) に対応させて、 $42.3 \mu\text{m}$ とした。

図 14 は、このような開口アレイをパターンニングした Cr 膜付き

石英ガラス基板の平面図である。各開口 104 の形状は、図示のように略 U 字形であり、1 線分の長さは $16\ \mu\text{m}$ 、幅 $2\ \mu\text{m}$ である。この開口は、発光用サイリスタの略 U 字形発光部領域の光量の極大位置にその位置がほぼ一致するようにした。一般的な球面レンズの場合、開口は単純な微小円開口（開口径は $1\sim 5\ \mu\text{m}$ 程度）でよい。

次に、Cr 膜付き石英ガラス基板 100 を、フッ酸を用いて液相エッチングし、図 13 の工程（B）に示されるような凹部 106 を作製した。凹部の形状は、図 4 A および図 4 B で説明した球面レンズおよびシリンドリカルレンズが密接配置された複合レンズの形状に対応している。

今、図 14 において、略 U 字形開口 104 の端部および角部を、図示のように a, b, c, d とする。

ガラス基板は、フッ酸により等方的にエッチングされる。従って、開口 104 の端部 a, d と角部 b, c からは半球状にエッチングが進む。また、端部 a と角部 b の中間部、角部 b と角部 c の中間部、角部 c と端部 d の中間部からはシリンドリカル状にエッチングが進む。このため、図 4 A および図 4 B に示した複合レンズの形状に対応した凹部形状が形成されることになる。

その後、エッチングされて浮いた Cr 膜 102 を、粘着フィルム（図示せず）を貼った後で、弾性体基板を押し当てて破断し、粘着フィルムを剥がして、エッチング部の Cr 膜を除去した。図 13 の工程（C）に、その状態を示す。これを、スタンプ（成型型）108 として以下の工程に用いる。

スタンプ 108 の表面に離型剤をコーティングした後、図 13 の工程（D）に示すように、光（紫外線）硬化性樹脂 110 をディスペンサーにより、泡の巻き込みがないように滴下し、付着する。光硬化性樹脂は次のような特性の樹脂を用いる。

硬化収縮率：6%以下

粘度： $100\sim 2000\ \text{cP}$ （ 25°C ）

硬化後硬度：H～5 H

接着強度：5 k g / m m ϕ 以上

種類としてはエポキシ系またはアクリル系があり、いずれも使用できる。なお、後述するように半導体素子表面で硬化させるため、加熱を必要とする熱硬化性樹脂の使用は望ましくない。

次に、図 1 3 の工程（E）に示すように、樹脂 1 1 0 上に発光サイリスタの形成工程を終了した発光素子アレイウェハ 1 1 2 を載せる。ウェハ 1 1 2 には、多数個の自己走査型発光素子アレイチップが形成されている。チップ両端にボンディングパッド 8 2 が設けられ、発光用サイリスタの発光部（略 U 字形）8 4 がチップの縁部に沿って直線状に配列されている。発光サイリスタの発光部の形状（略 U 字形）に位置を合わせて複合レンズを形成しなければならないので、ウェハ 1 1 2 とスタンプ 1 0 8 は精密に位置合わせする必要がある。このためには、ウェハ 1 1 2 とスタンプ 1 0 8 とにそれぞれ位置合わせマークを設け、これを利用して位置合わせする。このとき、残った Cr 膜 1 0 2 が、チップのボンディングパッド 8 2 と対向するようにする。

光硬化性樹脂 1 1 0 とウェハ 1 1 2 とを接触した後、圧力をかけて樹脂を展開する。なお、発光サイリスタ面とレンズ上面との距離は、樹脂塗布量、加圧力、加圧時間を選択することによって、最適化した。

樹脂 1 1 0 を硬化させるため、波長 3 0 0 ～ 4 0 0 n m、エネルギー 1 4 0 0 0 m J / c m² の紫外光 1 1 4 をスタンプ 1 0 8 を通して照射し、樹脂を硬化させた。紫外線のエネルギーは、使用する樹脂によってその最適値が異なる。5 0 0 0 ～ 2 0 0 0 0 m J / c m² 程度が使用される代表的な値である。

紫外線は、ファイババンドルの射出端から射出させた紫外線を、石英レンズでコリメートすることによって、略平行な光線とし、これをスタンプ 1 0 8 の裏面に略垂直になるように照射した。

図 1 3 の工程 (F) に示すように、スタンプを離型させた後、未硬化の樹脂 (レンズ部分の Cr 膜除去部分以外は、Cr 膜で紫外光が遮光されているため、樹脂は硬化しない) を溶媒で洗浄除去する。結果を、図 1 3 の工程 (G) に示す。発光サイリスタの発光部 8 4 上には複合レンズ 3 0 が形成され、ボンディングパッド 8 2 は露出していることがわかる。

図 1 5 に示すように、以上のようにして作製されたウェハ 1 2 0 を切断して、図 1 2 に示したような球面レンズの一部とシリンドリカルレンズが複合した複合レンズアレイを備える自己走査型発光素子アレイチップ 1 2 2 を作製することができた。

以上の例では、スタンプに樹脂を滴下、塗布したが、発光素子アレイウェハ側に樹脂を塗布してもよい。またはスタンプと発光素子アレイウェハの両方に樹脂を塗布してもよい。樹脂の性質により、ガラスや半導体基板との濡れ性を考慮し、気泡等の発生が少なく一様に塗布できる方を選定すればよい。また、上記の例では、紫外光を用いたが可視光であってもよい。この場合には、可視光で硬化する樹脂を用いることになる。

次に、光プリンタに用いられる自己走査型発光素子アレイに一体でレンズを形成する方法の他の例を説明する。

図 1 6 には、自己走査型発光素子アレイのレンズ付き発光サイリスタアレイを作製する工程を示す。なお、レンズは図 4 A および図 4 B で説明した複合レンズを形成するものとする。図 1 6 において、図 1 3 と同一の構成要素には、同一の参照番号を付して示す。

まず、図 1 6 の工程 (A) に示すように、石英ガラス基板 1 0 0 上に Cr 膜 1 0 2 を塗布し、続いてフォトリソグラフィ技術によって Cr 膜に開口 1 0 4 のアレイを形成する。図 1 4 は、このような開口アレイをパターンニングした Cr 膜付き石英ガラス基板の平面図である。

次に、Cr 膜付き石英ガラス基板 1 0 0 を、フッ酸を用いて液相

エッチングし、図 16 の工程 (B) に示されるような凹部 106 を作製した。凹部の形状は、図 4 A および図 4 B で説明した球面レンズおよびシリンドリカルレンズが密接配置された複合レンズの形状に対応している。

その後、Cr 膜 102 全部を除去した。図 16 の工程 (C) に、その状態を示す。これを、スタンプ (成形型) 130 として以下の工程に用いる。なお、Cr 膜除去後に再度エッチングを行うことで、凹部 106 を拡大することもできる。

一方、図 16 の工程 (D) に示すように、発光サイリスタアレイウェハ 112 の表面は、ボンディングパッド 82 を含む部分に対して、樹脂製の粘着テープ 132 によってライン状のマスクを施した。なお、本実施例ではボンディングパッド部分に粘着テープ 132 でライン状にマスクを施す例を示したが、その他の導電体を露出させたい部分や、ウェハから単位素子を切断分離するライン状部分などで樹脂の無い領域が必要な場合も同様に、粘着テープでマスクを施す。ただし樹脂を硬化後、この粘着テープを剥離するため、粘着テープ 132 の端部は樹脂層外へ出ている必要がある。

粘着テープをウェハ表面の複数の所定位置に精度よく貼り付けるために、次のような手段を用いることができる。まず石英ガラス基板を用意し、その表面にマスキングパターンを印刷あるいは刻印等によって示し、またウェハと位置合わせするためのマーカを同様に示しておく。この粘着テープとしては、樹脂の両面に粘着材のついたものを用いる。ただし、一方の面の粘着材は、紫外光の照射によって粘着性を失うタイプのものとする。この両面粘着性の樹脂テープの紫外光の照射によって粘着性を失う側を、上記のガラス基板の前面に貼り付ける。その後、ガラス基板に示されたマスキングパターンに沿ってテープを切り抜き、マスクとして使用しない不要部分を除去する。

このガラス基板を発光サイリスタアレイウェハと位置合わせし、

テープ表面の粘着力を利用してウェハ表面に貼り合わせる。次にガラス基板側から紫外光を照射し、ガラス基板とテープとの粘着力を失わせることにより、ガラス基板を除去する。

図 1 7 は、テープ 1 3 2 が粘着された発光サイリスタアレイウェハ 1 1 2 を示す。ボンディングパッド 8 2 を含む部分を粘着テープ 1 3 2 がマスクしている。

このマスクの施された発光サイリスタアレイウェハ 1 1 2 に、紫外線硬化性樹脂 1 1 0 を塗布した後、図 1 6 の工程（E）に示すように、表面に離型剤をコーティングしたスタンプ 1 3 0 を押し当てて、樹脂を加圧展開し、スタンプ側から紫外光 1 1 4 を照射して樹脂を硬化させる。

最後に、図 1 6 の工程（F）に示すように、スタンプ 1 3 0 を離型させた後、発光サイリスタアレイウェハ 1 1 2 に施した粘着テープ 1 3 2 を、その上の硬化された樹脂ごと剥離することで、図 1 6 の工程（G）に示すように、所定位置にレンズアレイを作製し、ボンディングパッド 8 2 からは樹脂を除去することができた。

なお、粘着テープ 1 3 2 を剥離した後のボンディングパッド 8 2 は導電性を保っており、特に未硬化樹脂は存在せず、洗浄等により除去する必要はなかった。

また、発光サイリスタ面とレンズ上面との距離は、樹脂塗布量、加圧力、加圧時間、粘着テープ厚みを調整することによって最適化した。

以上の 2 つの製造方法の実施例では、発光部と樹脂レンズとの界面に反射防止膜のないレンズアレイについて説明した。反射防止膜を設ける場合には、発光サイリスタの形成工程に、反射防止膜の形成を含ませることになる。

以上説明したレンズ付き発光サイリスタアレイの作製では、複合レンズとして図 4 A および図 4 B に示した形状のものを形成した。図 7 に示した形状の複合レンズを形成する場合には、図 1 3 あるい

は図 1 6 に示した工程において、図 1 8 に示すような開口アレイをパターンニングした Cr 膜付き石英ガラス基板 1 2 4 を用いる。開口 1 2 6 は、三角形の頂上に位置する 3 個の微小円形開口 1 2 6 a, 1 2 6 b, 1 2 6 c よりなり、等ピッチで配列されている。微小円形開口の位置は、図 7 に示した点 5 3, 5 4, 5 6 に対応している。

このような開口アレイを有する Cr 膜付き石英ガラス基板をフッ酸でエッチングすると、各微小開口からエッチングが等方的に行われる。従って、各微小円形開口から半球状にエッチングが進み、図 7 に示した複合ガラスの形状に対応した凹部形状が形成されることになる。

以上のようにしてスタンプを形成し、上述したと同様の工程を経て複合レンズ付き自己走査型発光素子アレイチップを作製できることは容易に理解できるであろう。

産業上の利用可能性

本発明のレンズ付き発光素子によれば、レンズを複合レンズにすることにより、ランバーシアン分布で発光する光の利用効率を高めることができる。

また、本発明の製造方法によれば、複合レンズ付きの発光素子アレイを形成できる。このような複合レンズ付き発光素子アレイを用いることによって、発光光線を有効にロッドレンズに導くことができ、光利用効率を大幅に向上させることができる。

請 求 の 範 囲

1. 半導体基板上に発光部領域を有する発光素子と、
前記発光部領域を覆う反射防止膜と、
前記発光素子上の前記反射防止膜表面に設けられたレンズと、
を備えるレンズ付き発光素子。
2. 前記レンズは、
前記発光素子上に設けられ、前記発光部領域での発光強度の極大位置を結ぶ線上にまたはその線に隣接した位置に、レンズの中心が位置する複数の球面レンズの一部分が隣接配置された、または前記線に沿った軸を有する複数のシリンドリカルレンズの一部分が隣接配置された、または前記球面レンズの一部分およびシリンドリカルレンズの一部分が隣接配置された複合レンズである、
請求項 1 に記載のレンズ付き発光素子。
3. 前記発光部領域での発光強度の極大位置を結ぶ線が、3つの線分よりなる略U字形である場合に、
前記複合レンズは、各線分の両端またはその近傍に中心が位置する4つの球面レンズの一部分と、各線分の中間部において、前記線に平行な軸を有する3つのシリンドリカルレンズの一部分とが隣接配置されている、請求項 2 に記載のレンズ付き発光素子。
4. 前記発光部領域での発光強度の極大位置を結ぶ線が、3つの線分よりなる略U字形である場合に、
前記複合レンズは、各線分の中間位置近傍に中心が位置する3つの球面レンズの一部分が隣接配置されている、請求項 2 に記載のレンズ付き発光素子。
5. 前記複合レンズは樹脂よりなる、請求項 2, 3 または 4 に記載

のレンズ付き発光素子。

6. 前記反射防止膜は単層膜であり、その屈折率は前記発光部領域の屈折率と前記レンズを構成する樹脂の屈折率との中間の値をもつ、請求項5に記載のレンズ付き発光素子。

7. 前記反射防止膜は窒化シリコンよりなる、請求項6に記載のレンズ付き発光素子。

8. 発光部領域を有する発光素子と、

前記発光素子上に設けられ、前記発光部領域での発光強度の極大位置を結ぶ線上にまたはその線に隣接した位置に、レンズの中心が位置する複数の球面レンズの一部分が隣接配置された、または前記線に沿った軸を有する複数のシリンドリカルレンズの一部分が隣接配置された、または前記球面レンズの一部分およびシリンドリカルレンズの一部分が隣接配置された複合レンズと、
を備えるレンズ付き発光素子。

9. 前記発光部領域での発光強度の極大位置を結ぶ線が、3つの線分よりなる略U字形である場合に、

前記複合レンズは、各線分の両端またはその近傍に中心が位置する4つの球面レンズの一部分と、各線分の中間部において、前記線に平行な軸を有する3つのシリンドリカルレンズの一部分とが隣接配置されている、請求項8に記載のレンズ付き発光素子。

10. 前記発光部領域での発光強度の極大位置を結ぶ線が、3つの線分よりなる略U字形である場合に、

前記複合レンズは、各線分の中間位置近傍に中心が位置する3つの球面レンズの一部分が隣接配置されている、請求項8に記載のレ

レンズ付き発光素子。

1 1. 前記複合レンズは樹脂よりなる、請求項 8, 9 または 10 に記載のレンズ付き発光素子。

1 2. 請求項 1 または 8 に記載のレンズ付き発光素子を複数個、直線状に配列したレンズ付き発光素子アレイ。

1 3. 前記発光素子は発光ダイオードである、請求項 1 2 に記載のレンズ付き発光素子アレイ。

1 4. 前記発光素子は発光サイリスタである、請求項 1 2 に記載のレンズ付き発光素子アレイ。

1 5. 請求項 1 4 に記載のレンズ付き発光素子アレイを含む、自己走査型発光素子アレイ。

1 6. レンズ付き発光素子の製造方法であって、

- (a) 発光素子アレイ基板を準備する工程と、
- (b) ガラス基板を準備する工程と、
- (c) 前記ガラス基板上にエッチング阻止膜を成膜する工程と、
- (d) 前記エッチング阻止膜に、開口アレイを形成する工程と、
- (e) 液相エッチングによって、前記開口アレイの下部の前記ガラス基板に凹部アレイを形成する工程と、
- (f) 前記凹部アレイの部分のエッチング阻止膜を除去して、成形型を作製する工程と、
- (g) 前記成形型の凹部アレイおよび発光素子アレイ基板の少なくとも一方の表面に、光硬化性樹脂を塗布する工程と、
- (h) 前記光硬化性樹脂を挟んで、前記成形型と前記発光素子ア

レイ基板とを接触させ、加圧して前記光硬化性樹脂を展開する工程と、

(i) 前記光硬化性樹脂に前記成形型側から光を照射して、前記エッチング阻止膜が除去された部分の光硬化性樹脂を硬化させる工程と、

(j) 前記成形型と前記発光素子アレイ基板とを剥離する工程と、

(k) 前記発光素子アレイ基板上にある未硬化の光硬化性樹脂を洗浄除去する工程と、
を含むレンズ付き発光素子の製造方法。

17. レンズ付き発光素子の製造方法であって、

(a) 所定部分をテープでマスクした発光素子アレイ基板を準備する工程と、

(b) ガラス基板を準備する工程と、

(c) 前記ガラス基板上にエッチング阻止膜を成膜する工程と、

(d) 前記エッチング阻止膜に、開口アレイを形成する工程と、

(e) 液相エッチングによって、前記開口アレイの下部の前記ガラス基板に凹部アレイを形成する工程と、

(f) 前記エッチング阻止膜を除去して、成形型を作製する工程と、

(g) 前記成形型の凹部アレイおよび発光素子アレイ基板の少なくとも一方の表面に、光硬化性樹脂を塗布する工程と、

(h) 前記光硬化性樹脂を挟んで、前記成形型と前記発光素子アレイ基板とを接触させ、加圧して前記光硬化性樹脂を展開する工程と、

(i) 前記光硬化性樹脂に前記成形型側から光を照射して、前記光硬化性樹脂を硬化させる工程と、

(j) 前記成形型と前記発光素子アレイ基板とを剥離する工程と、

(k) 前記発光素子アレイ基板から前記テープを剥離すると共に、

テープの上面の硬化した光硬化性樹脂を除去する工程と、
を含むレンズ付き発光素子の製造方法。

18. 前記所定部分は、ボンディングパッドを含む部分である、請求項17に記載のレンズ付き発光素子の製造方法。

19. 前記テープは、両面に粘着材が設けられた両面粘着性樹脂テープであって、一方の面の粘着材は、光が照射されると粘着性を失う種類の両面粘着性樹脂テープである、請求項17に記載のレンズ付き発光素子の製造方法。

20. 前記工程(a)は、

第2のガラス基板を準備する工程と、

前記第2のガラス基板の表面にマスキングパターンを表示する工程と、

前記ガラス基板の一方の面に、両面粘着樹脂テープを貼り付ける工程と、

前記第2のガラス基板に示されたマスキングパターンに沿って前記両面粘着樹脂テープを切り抜き、マスクとして使用しない不要部分を除去する工程と、

前記第2のガラス基板を、前記両面粘着樹脂テープ側を対向させて、前記発光素子アレイ基板に貼り合わせる工程と、

前記第2のガラス基板側から光を照射して、第2のガラス基板と前記テープとの粘着力を失わせることにより、第2のガラス基板を除去する工程と、

を含む請求項17, 18または19に記載のレンズ付き発光素子の製造方法。

21. 前記開口アレイの各開口の形状は、略U字形である請求項1

6 ～ 2 0 のいずれかに記載のレンズ付き発光素子の製造方法。

2 2 . 前記開口アレイの各開口は、三角形の頂点に位置する 3 つの微小開口よりなり、各微小開口の形状は円形である、請求項 1 6 ～ 2 0 のいずれかに記載のレンズ付き発光素子の製造方法。

2 3 . 前記工程（f）の後に、前記凹部アレイの表面に離型剤を塗布する工程を、さらに含む請求項 1 6 に記載のレンズ付き発光素子の製造方法。

2 4 . 前記工程（i）は、紫外光または可視光を、略平行光として、前記ガラス基板に略垂直に照射する、請求項 1 6 に記載のレンズ付き発光素子の製造方法。

2 5 . 前記エッチング阻止膜は Cr 膜であり、前記ガラス基板をフッ酸系エッチング液により液相エッチングする、請求項 1 6 に記載のレンズ付き発光素子の製造方法。

2 6 . 前記工程（k）の後に、前記発光素子アレイ基板を切断する工程を、さらに含む請求項 1 6 に記載のレンズ付き発光素子の製造方法。

2 7 . 前記工程（f）の後に、前記凹部アレイの表面に離型剤を塗布する工程を、さらに含む請求項 1 7 に記載のレンズ付き発光素子の製造方法。

2 8 . 前記工程（i）は、紫外光または可視光を、略平行光として、前記ガラス基板に略垂直に照射する、請求項 1 7 に記載のレンズ付き発光素子の製造方法。

29. 前記エッチング阻止膜はCr膜であり、前記ガラス基板をフッ酸系エッチング液により液相エッチングする、請求項17に記載のレンズ付き発光素子の製造方法。

30. 前記工程(k)の後に、前記発光素子アレイ基板を切断する工程を、さらに含む請求項17に記載のレンズ付き発光素子の製造方法。

31. 前記発光素子アレイ基板は、発光ダイオードアレイ基板である、請求項16または17に記載のレンズ付き発光素子の製造方法。

32. 前記発光素子アレイ基板は、発光サイリスタアレイ基板である、請求項16または17に記載のレンズ付き発光素子の製造方法。

33. 前記発光素子アレイ基板は、自己走査型発光素子アレイ基板である、請求項16または17に記載のレンズ付き発光素子の製造方法。

34. 前記発光素子アレイ基板は、各発光素子の発光部を覆う反射防止膜を備える、請求項16または17に記載のレンズ付き発光素子の製造方法。

35. 前記レンズは、前記発光素子の発光部領域での発光強度の極大位置を結ぶ線上にまたはその線に隣接した位置に、レンズの中心が位置する複数の球面レンズの一部分が隣接配置された、または前記線に沿った軸を有する複数のシリンドリカルレンズの一部分が隣接配置された、または前記球面レンズの一部分およびシリンドリカルレンズの一部分が隣接配置された複合レンズである、請求項16または17に記載のレンズ付き発光素子の製造方法。

36. 前記レンズは、前記発光素子の発光部領域での発光強度の極大位置を結ぶ線が、3つの線分よりなる略U字形である場合に、各線分の両端またはその近傍に中心が位置する4つの球面レンズの一部分と、各線分の中間部において、前記線に平行な軸を有する3つのシリンドリカルレンズの一部分とが隣接配置されている複合レンズである、請求項16または17に記載のレンズ付き発光素子の製造方法。

37. 前記レンズは、前記発光素子の発光部領域での発光強度の極大位置を結ぶ線が、3つの線分よりなる略U字形である場合に、各線分の中間位置近傍に中心が位置する3つの球面レンズの一部分が隣接配置されている複合レンズである、請求項16または17に記載のレンズ付き発光素子の製造方法。

1 / 12

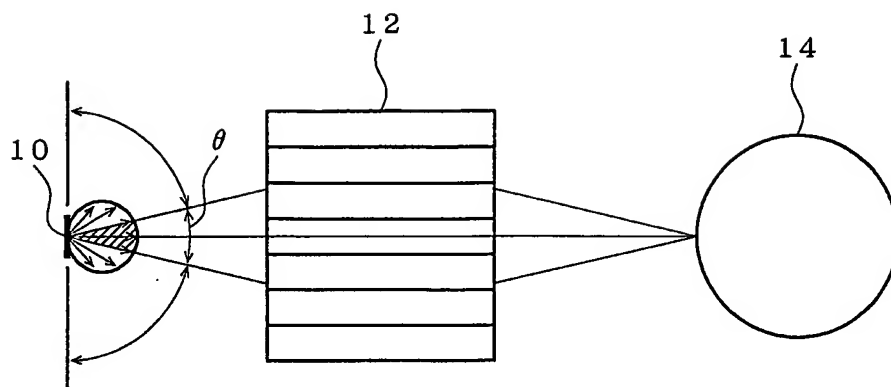


図 1

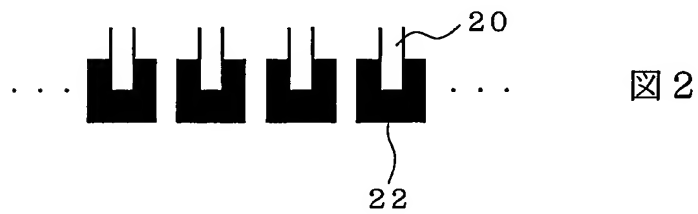


図 2

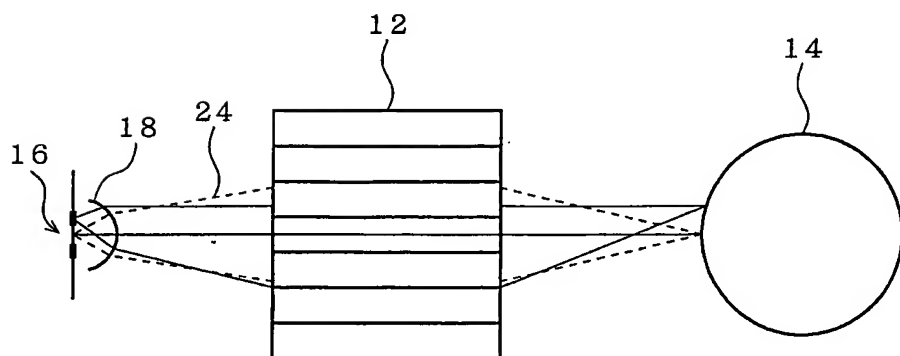


図 3

2 / 1 2

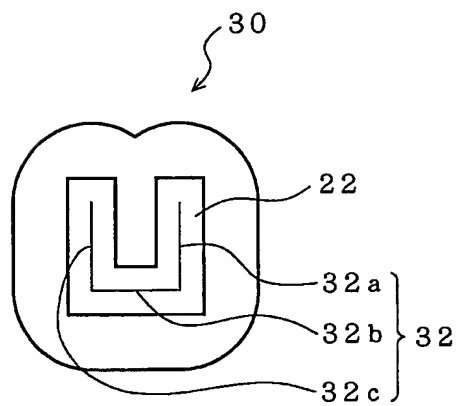


図 4 A

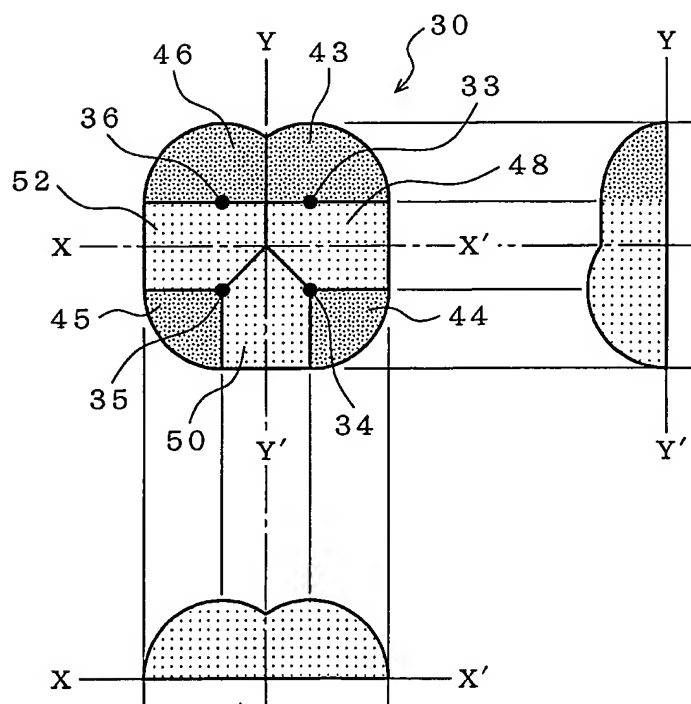


図 4 B

3 / 1 2

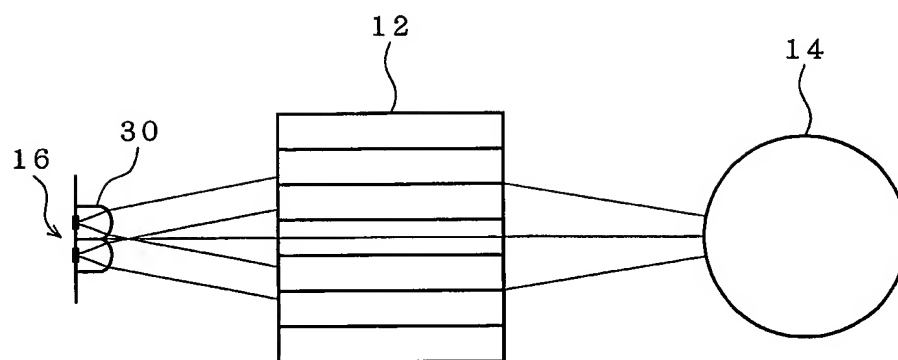


図 5

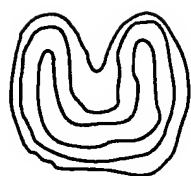


図 6 A

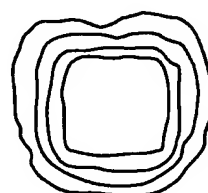


図 6 B

4 / 1 2

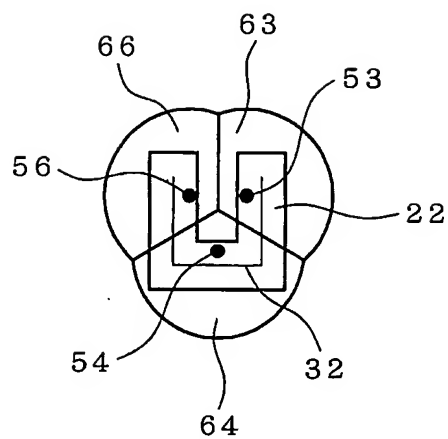


図 7

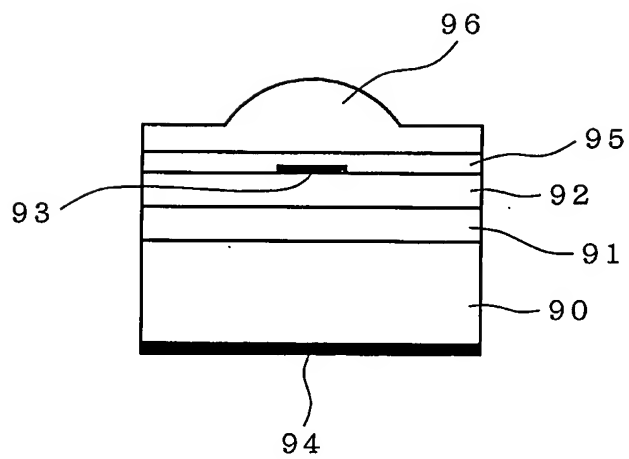


図 8

5 / 1 2

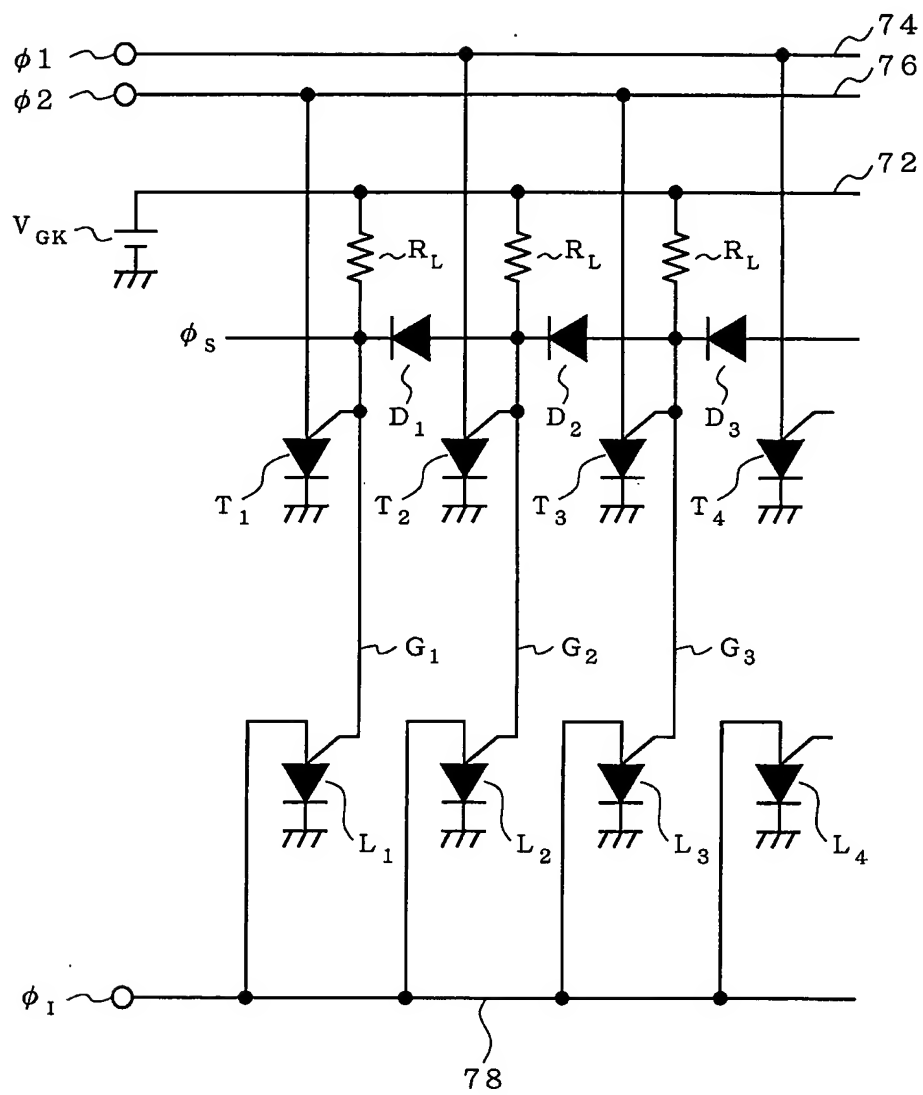


図 9

6 / 1 2

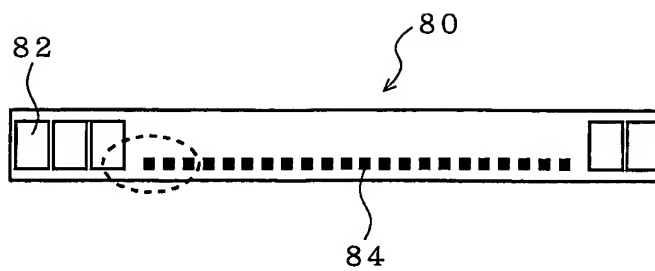


図 1 0

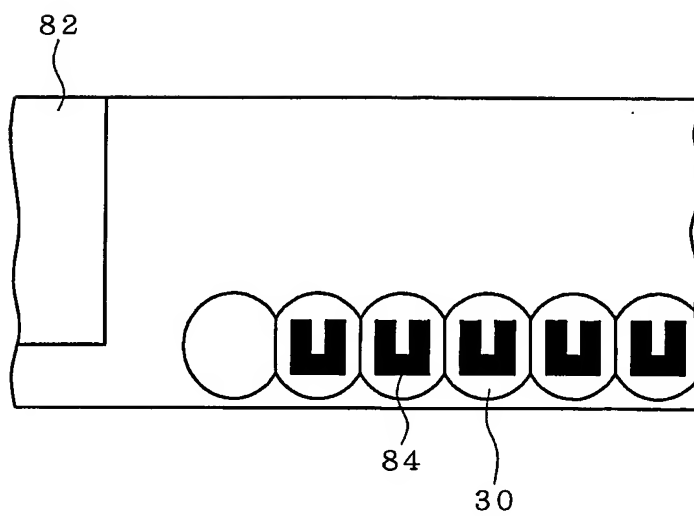


図 1 1

7 / 1 2

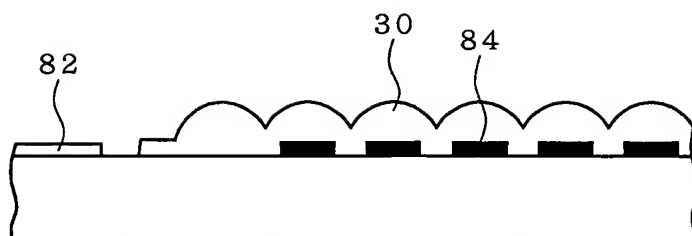


図 1 2

8/12

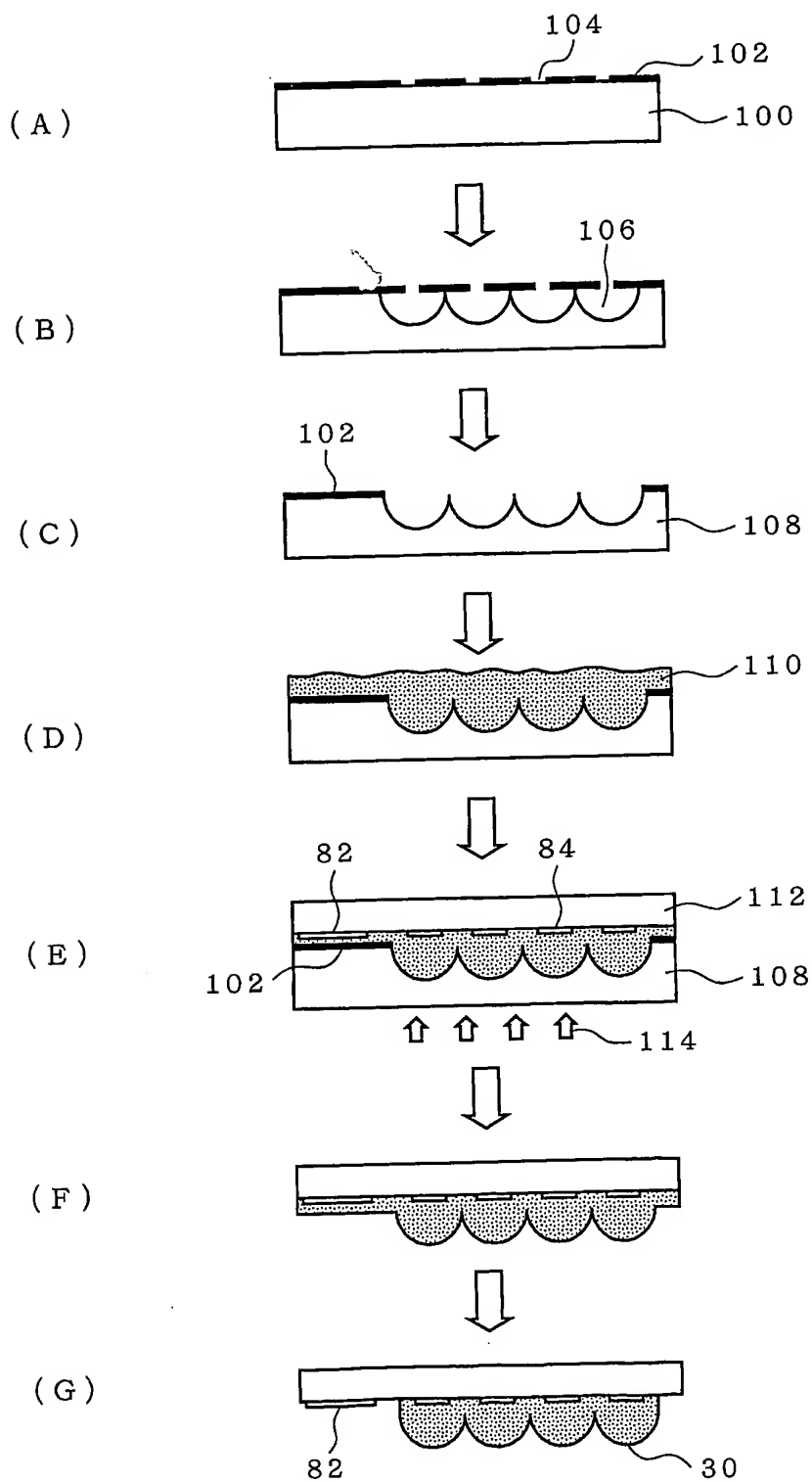


図 13

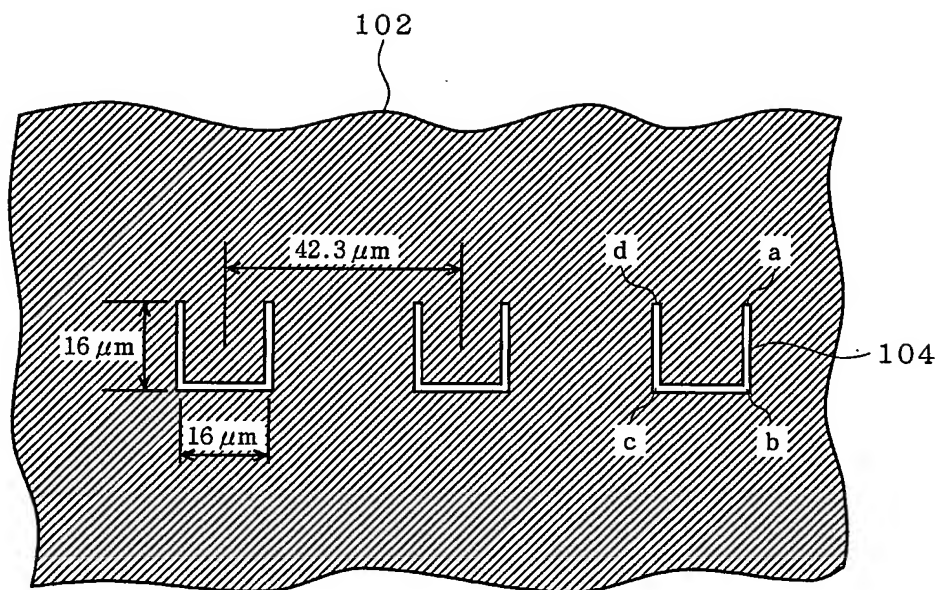


図 1 4

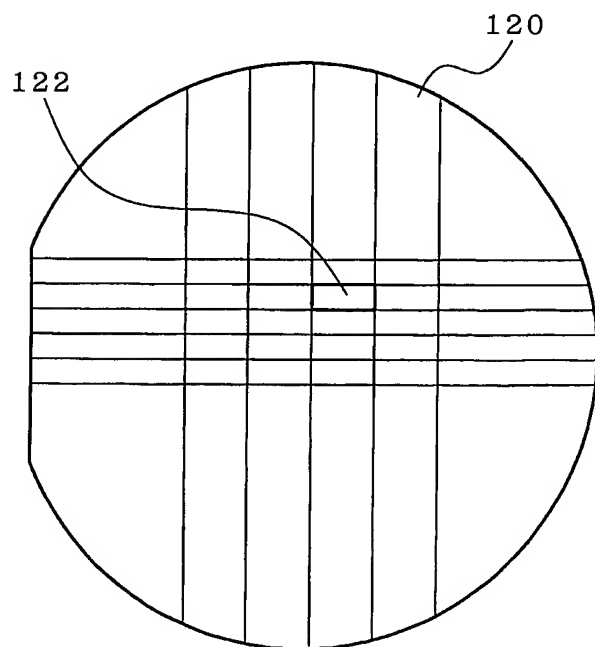


図 1 5

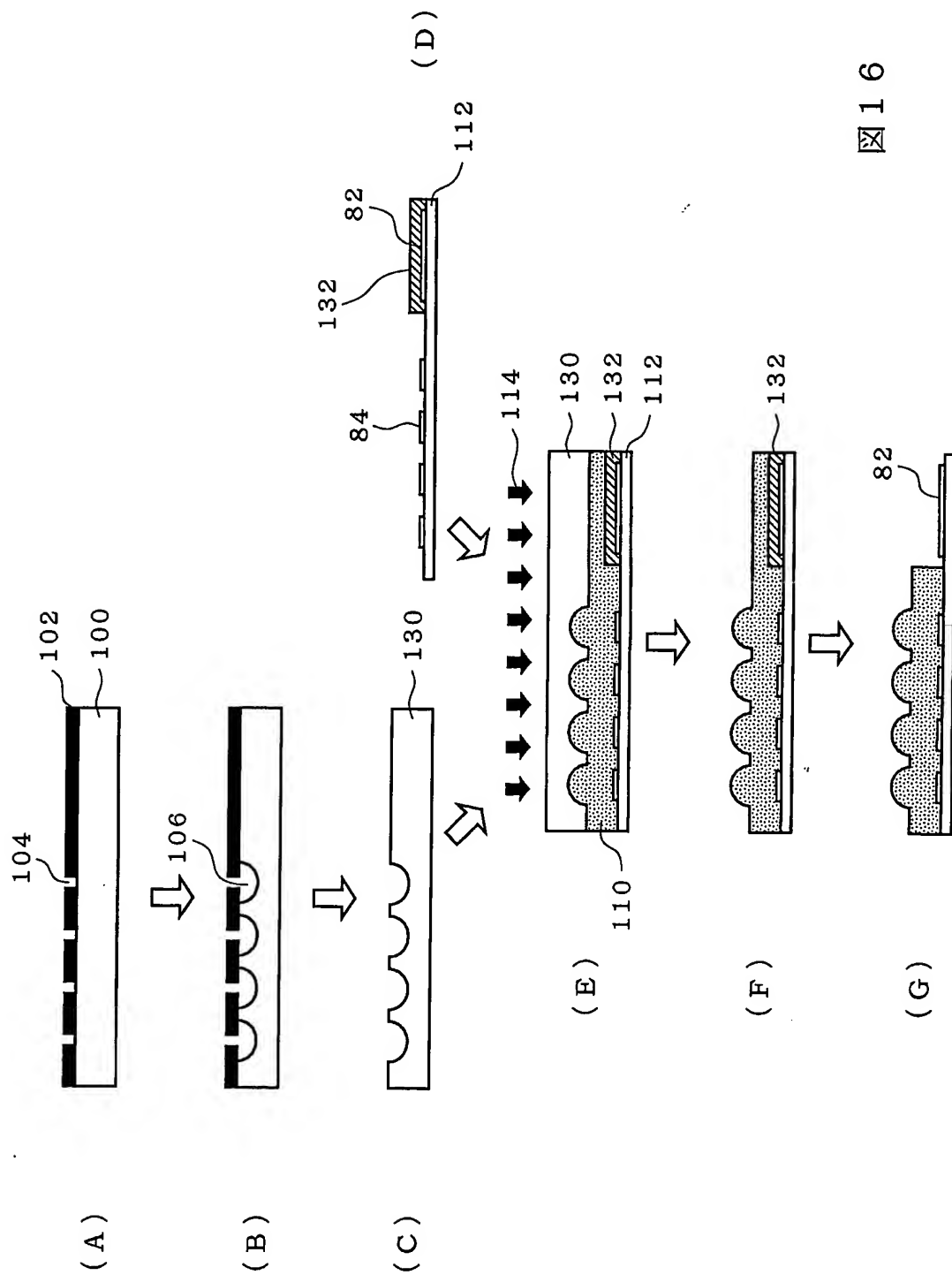


図 16

11/12

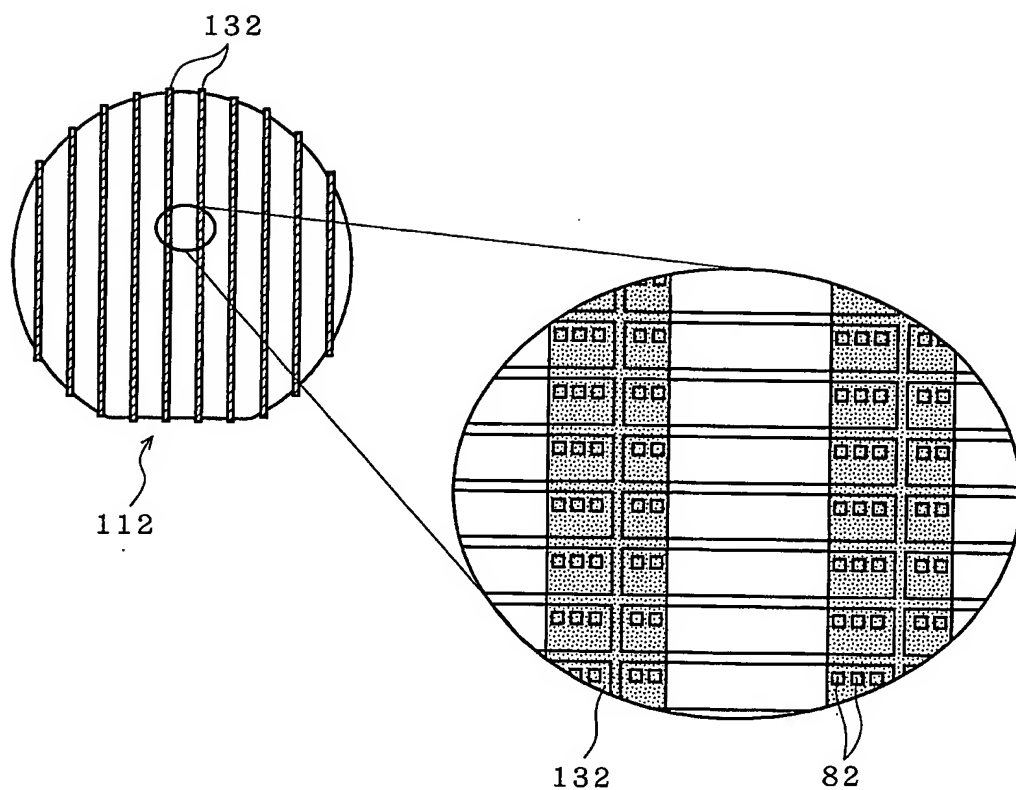


図 17

12/12

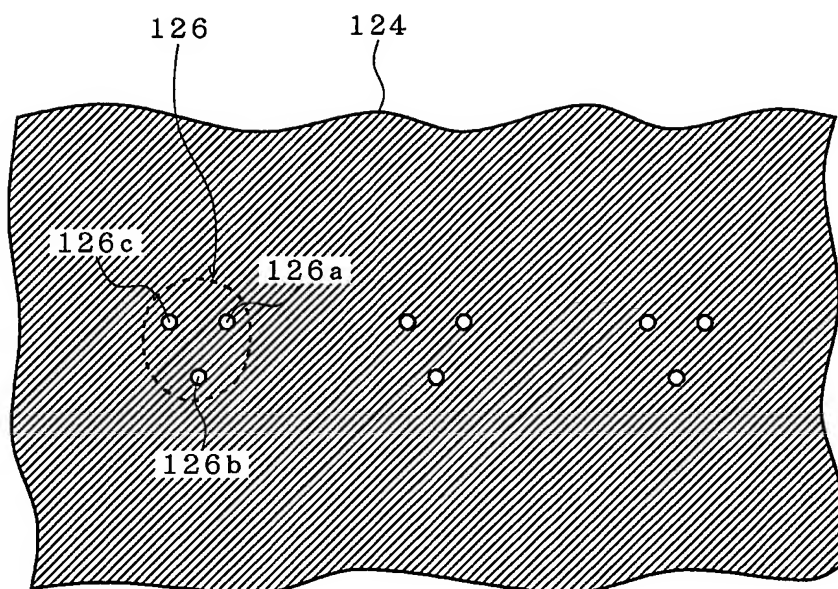


図 18

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2004/009265

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

Int.Cl⁷ H01L33/00

According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

B. FIELDS SEARCHED

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)

Int.Cl⁷ H01L33/00

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched

Jitsuyo Shinan Koho 1922-1996 Toroku Jitsuyo Shinan Koho 1994-2004

Kokai Jitsuyo Shinan Koho 1971-2004 Jitsuyo Shinan Toroku Koho 1996-2004

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practicable, search terms used)

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
X	JP 2001-217467 A (Industrial Technology Research Institute), 10 August, 2001 (10.08.01), Full text; all drawings & US 2001/010449 A1	1
X	JP 2002-141556 A (LumiLeds Lighting U.S., LLC), 17 May, 2002 (17.05.02), Full text; all drawings & EP 1191608 A2 & EP 1267420 A2 & US 2002/030194 A1	1

☐ Further documents are listed in the continuation of Box C.☐ See patent family annex.

* Special categories of cited documents:

"A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance

"E" earlier application or patent but published on or after the international filing date

"L" document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)

"O" document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means

"P" document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed

"T" later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention

"X" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone

"Y" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art

"&" document member of the same patent family

Date of the actual completion of the international search

12 October, 2004 (12.10.04)

Date of mailing of the international search report

02 November, 2004 (02.11.04)

Name and mailing address of the ISA/

Japanese Patent Office

Authorized officer

Facsimile No.

Telephone No.

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2004/009265

Box No. II Observations where certain claims were found unsearchable (Continuation of item 2 of first sheet)

This international search report has not been established in respect of certain claims under Article 17(2)(a) for the following reasons:

1. ☐ Claims Nos.:
because they relate to subject matter not required to be searched by this Authority, namely:

2. ☐ Claims Nos.:
because they relate to parts of the international application that do not comply with the prescribed requirements to such an extent that no meaningful international search can be carried out, specifically:

3. ☐ Claims Nos.:
because they are dependent claims and are not drafted in accordance with the second and third sentences of Rule 6.4(a).

Box No. III Observations where unity of invention is lacking (Continuation of item 3 of first sheet)

This International Searching Authority found multiple inventions in this international application, as follows:

The invention in claim 1 relates to a combined use of an antireflection film and a lens, the inventions in claims 2-15 relate to the structure of a lens, and the inventions in claims 16-37 relate to a production method; no technical relationship within the meaning of PCT Rule 13 can be found among the above three groups of inventions.

1. ☐ As all required additional search fees were timely paid by the applicant, this international search report covers all searchable claims.
2. ☐ As all searchable claims could be searched without effort justifying an additional fee, this Authority did not invite payment of any additional fee.
3. ☐ As only some of the required additional search fees were timely paid by the applicant, this international search report covers only those claims for which fees were paid, specifically claims Nos.:

4. ☐ No required additional search fees were timely paid by the applicant. Consequently, this international search report is restricted to the invention first mentioned in the claims; it is covered by claims Nos.: 1

Remark on Protest

- ☐ The additional search fees were accompanied by the applicant's protest.
- ☐ No protest accompanied the payment of additional search fees.

A. 発明の属する分野の分類 (国際特許分類 (IPC))

Int. Cl. 7 H01L 33/00

B. 調査を行った分野

調査を行った最小限資料 (国際特許分類 (IPC))

Int. Cl. 7 H01L 33/00

最小限資料以外の資料で調査を行った分野に含まれるもの

日本国実用新案公報 1922-1996年
 日本国公開実用新案公報 1971-2004年
 日本国登録実用新案公報 1994-2004年
 日本国実用新案登録公報 1996-2004年

国際調査で使用した電子データベース (データベースの名称、調査に使用した用語)

C. 関連すると認められる文献

引用文献の カテゴリー*	引用文献名 及び一部の箇所が関連するときは、その関連する箇所の表示	関連する 請求の範囲の番号
X	JP 2001-217467 A (財団法人工業技術研究院) 2001. 08. 10, 全文, 全図 & US 2001/010449 A1	1
X	JP 2002-141556 A (ルミレッズ ライティング ユーエス リミテ ッドライアビリティ カンパニー) 2002. 05. 17, 全文, 全図 & EP 1191608 A2 & EP 1267420 A2 & US 2002/030194 A1	1

☐ C欄の続きにも文献が列挙されている。☐ パテントファミリーに関する別紙を参照。

* 引用文献のカテゴリー

「A」 特に関連のある文献ではなく、一般的技術水準を示すもの
 「E」 国際出願日前の出願または特許であるが、国際出願日以後に公表されたもの
 「L」 優先権主張に疑義を提起する文献又は他の文献の発行日若しくは他の特別な理由を確立するために引用する文献 (理由を付す)
 「O」 口頭による開示、使用、展示等に言及する文献
 「P」 国際出願日前で、かつ優先権の主張の基礎となる出願

の日の後に公表された文献

「T」 国際出願日又は優先日後に公表された文献であって出願と矛盾するものではなく、発明の原理又は理論の理解のために引用するもの

「X」 特に関連のある文献であって、当該文献のみで発明の新規性又は進歩性がないと考えられるもの

「Y」 特に関連のある文献であって、当該文献と他の1以上の文献との、当業者にとって自明である組合せによって進歩性がないと考えられるもの

「&」 同一パテントファミリー文献

国際調査を完了した日

12. 10. 2004

国際調査報告の発送日

02.11.2004

国際調査機関の名称及びあて先

日本国特許庁 (ISA/JP)
 郵便番号100-8915
 東京都千代田区霞が関三丁目4番3号

特許庁審査官 (権限のある職員)

道祖土 新吾

2K

9814

電話番号 03-3581-1101 内線 3253

第Ⅱ欄 請求の範囲の一部の調査ができないときの意見（第1ページの2の続き）

法第8条第3項（PCT17条(2)(a)）の規定により、この国際調査報告は次の理由により請求の範囲の一部について作成しなかった。

1. ☐ 請求の範囲 _____ は、この国際調査機関が調査をすることを要しない対象に係るものである。つまり、
2. ☐ 請求の範囲 _____ は、有意義な国際調査をすることができる程度まで所定の要件を満たしていない国際出願の部分に係るものである。つまり、
3. ☐ 請求の範囲 _____ は、従属請求の範囲であってPCT規則6.4(a)の第2文及び第3文の規定に従って記載されていない。

第Ⅲ欄 発明の単一性が欠如しているときの意見（第1ページの3の続き）

次に述べるようにこの国際出願に二以上の発明があるところこの国際調査機関は認めた。

請求の範囲1は、反射防止膜とレンズの併用に関する発明であり、請求の範囲2-15は、レンズの構造に関する発明であり、請求項16-37は、製造方法に関する発明であって、上記3発明の間に、PCT規則13の意味に於ける技術的な関連を見出すことができない。

1. ☐ 出願人が必要な追加調査手数料をすべて期間内に納付したので、この国際調査報告は、すべての調査可能な請求の範囲について作成した。
2. ☐ 追加調査手数料を要求するまでもなく、すべての調査可能な請求の範囲について調査することができたので、追加調査手数料の納付を求めなかった。
3. ☐ 出願人が必要な追加調査手数料を一部のみしか期間内に納付しなかったため、この国際調査報告は、手数料の納付のあった次の請求の範囲のみについて作成した。
4. ☒ 出願人が必要な追加調査手数料を期間内に納付しなかったため、この国際調査報告は、請求の範囲の最初に記載されている発明に係る次の請求の範囲について作成した。

請求の範囲 1

追加調査手数料の異議の申立てに関する注意

- ☐ 追加調査手数料の納付と共に出願人から異議申立てがあった。
- ☐ 追加調査手数料の納付と共に出願人から異議申立てがなかった。

**This Page is Inserted by IFW Indexing and Scanning
Operations and is not part of the Official Record**

BEST AVAILABLE IMAGES

Defective images within this document are accurate representations of the original documents submitted by the applicant.

Defects in the images include but are not limited to the items checked:

- ☐ **BLACK BORDERS**
- ☐ **IMAGE CUT OFF AT TOP, BOTTOM OR SIDES**
- ☐ **FADED TEXT OR DRAWING**
- ☐ **BLURRED OR ILLEGIBLE TEXT OR DRAWING**
- ☐ **SKEWED/SLANTED IMAGES**
- ☐ **COLOR OR BLACK AND WHITE PHOTOGRAPHS**
- ☐ **GRAY SCALE DOCUMENTS**
- ☐ **LINES OR MARKS ON ORIGINAL DOCUMENT**
- ☐ **REFERENCE(S) OR EXHIBIT(S) SUBMITTED ARE POOR QUALITY**
- ☐ **OTHER:** _____

IMAGES ARE BEST AVAILABLE COPY.

As rescanning these documents will not correct the image problems checked, please do not report these problems to the IFW Image Problem Mailbox.